

Adubação de alface com lodo de esgoto de cervejaria¹

Altamiro S.L. Ferraz Junior.¹; Sonia R. de Souza²; Suzana R.P. de Castro¹; Renata B. Pereira¹

¹ UEMA, Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas, C. Postal 3004, 65.054-970 São Luís-MA; ² UFRRJ, Departamento de Química, antiga Rio São Paulo Km 47 Seropédica. Email: aferrazjr@yahoo.com

RESUMO

O lodo de esgoto pode ser uma alternativa viável na adubação orgânica da alface, em solos arenosos. Avaliou-se a produtividade e a qualidade dessa cultura por meio de um experimento de campo, comparando a aplicação de lodo de esgoto da cervejaria Equatorial, com a de esterco de galinha. Os tratamentos consistiram de adubações com lodo de esgoto, lodo de esgoto + NPK, esterco de galinha, esterco de galinha + NPK, NPK e controle. A produção e a qualidade comercial da alface cultivada com lodo de esgoto de cervejaria não diferiram em comparação ao tratamento com esterco de galinha. Não houve diferença no teor de macronutrientes nas folhas dessa cultura, com a utilização do esterco ou lodo de esgoto de cervejaria. Os teores de micronutrientes e metais pesados nas folhas da alface dos tratamentos não diferiram daqueles observados no controle. Desse resultados depreende-se que o lodo de esgoto de cervejaria pode substituir o esterco de galinha em adubações da cultura de alface, sem prejuízos na produtividade, qualidade e sem afetar os teores de metais pesados nas folhas.

Palavras-chave: *Lactuca sativa* L., resíduos orgânicos, metais pesados.

ABSTRACT

Lettuce manuring with sewage sludge of brewery

Sewage sludge can be a viable alternative as organic manure for lettuce culture in sandy soils. A field experiment was carried out to evaluate the yield and quality of lettuce fertilized with sewage sludge in comparison with poultry manure. The treatments were sewage sludge, sewage sludge + NPK, poultry manure, poultry manure + NPK and control (without fertilizer). The yield and commercial quality of lettuce fertilized with sewage sludge did not differ from the treatments with poultry manure. Macronutrients content in lettuce leaves did not differ from sewage sludge or poultry manure. The micronutrients and heavy metal contents in lettuce leaves did not differ between organic manure and control. The sewage sludge derived from brewery can substitute the poultry manure in organic fertilization of the lettuce, without reducing the yield and quality of this culture and did not affect heavy metal content in the leaves.

Keywords: *Lactuca sativa* L., organic residue, heavy metal.

(Recebido para publicação em 27 de agosto de 2001 e aceito em 13 de setembro de 2002)

O lodo ou lama de esgoto é um subproduto das estações de tratamento de esgoto, após a sua utilização nas indústrias ou nos centros urbanos. Em países desenvolvidos, tanto na Europa quanto na América do Norte, a utilização do lodo de esgoto como fertilizante é uma prática comum (Daros *et al.*, 1993; Lue-Hing *et al.*, 1994).

A matéria orgânica que compõe o lodo de esgoto pode exercer efeitos significativos nas propriedades físicas, químicas e biológicas, melhorando a capacidade produtiva dos solos (Clapp *et al.*, 1986; Gloria, 1992). De modo geral possui teores de N, P e C consideráveis, podendo suprir a necessidade nutricional para o crescimento e desenvolvimento das culturas (Sommers, 1977), e também como substituição a outros adubos orgânicos. Entretanto, existem restrições ao uso do lodo, relacionadas à presença de patógenos,

compostos orgânicos fitotóxicos, sais solúveis, metais pesados, odores e contaminação das águas subterrâneas e superficiais (Sommers & Giordano, 1984; Tomatti & Galli, 1991; Lue-Hing *et al.*, 1994).

Segundo Berton *et al.* (1989) a aplicação do lodo de esgoto aumentou a absorção de nutrientes N, P, K, Ca, Mg e Zn e a produção de matéria seca na cultura do milho, elevando o pH e reduzindo o Al⁺³ tóxico em cinco solos paulista. De acordo com Daros *et al.* (1993) a aplicação do lodo de esgoto aumentou a produtividade do milheto e da associação aveia-ervilhaca em plantio subsequente, denotando o efeito residual, além de elevar os teores de N e P no solo. Defelipo *et al.* (1991) observaram aumento da produção de matéria seca pelo sorgo quando da aplicação do lodo de esgoto.

No município de São Luís, uma indústria cervejeira produz 21 t/dia de lodo

em sua estação de tratamento de esgoto. Esse adubo orgânico, sendo rico em nutrientes minerais, poderia ser utilizado pelos horticultores do município de São Luís, para incrementar a produtividade de solos arenosos e de baixa fertilidade natural.

Próximo à área da cervejaria existem duas associações de produtores que cultivam alface para comercialização nas feiras do município. A produção nesses pólos depende da aquisição de esterco de galinha de localidades mais afastadas, o que encarece custos e reduz a lucratividade das lavouras. O uso do lodo de esgoto desta indústria pode contribuir para a redução dos custos com adubação orgânica nessas áreas, aumentando a competitividade dos produtores circunvizinhos e diminuindo a poluição ambiental.

Neste trabalho buscou-se avaliar a produtividade e qualidade da alface cul-

¹ Financiado pelo convênio Cervejaria Equatorial/UEMA/Banco do Nordeste

tivada em um solo arenoso tratado com o lodo de esgoto proveniente dessa cervejaria, em comparação com o esterco de galinha.

MATERIAL E MÉTODOS

O lodo de esgoto foi obtido na estação de tratamento de efluentes da cervejaria Equatorial localizada em São Luís (MA), onde 20 sub-amostras foram coletadas para formar uma amostra composta representativa de 6 m³. Após secagem em estufa de circulação forçada de ar a 65°C para a determinação da umidade, amostras de aproximadamente 100 g foram levadas à determinação das concentrações de nitrogênio total; fósforo solúvel em citrato e água; potássio; cálcio; magnésio; enxofre; ferro; manganês; cobre; zinco; boro; sódio; matéria orgânica; cinzas; relação C/N; pH; alumínio; crômio; molibdênio; chumbo; selênio e cádmio (Tedesco, 1982).

O experimento foi instalado em campo da Universidade Estadual do Maranhão em São Luís (MA), em um Argissolo Vermelho amarelo distrófico, com as seguintes características: matéria orgânica = 20 g/Kg; pH = 4,2; K = 0,8 mmol_c/dm³ de TFSA; Ca = 11 mmol_c/dm³ de TFSA; Mg = 9 mmol_c/dm³ de TFSA; Al = 1 mmol_c/dm³ de TFSA; H+Al = 44 mmol_c/dm³ de TFSA; P = 0 mg/dm³ de TFSA. A correção da acidez do solo foi feita com a aplicação de calcário dolomítico com PRNT de 45% realizada aos 104 dias antes do transplantio, em quantidade de 2 t/ha necessária para elevar o valor V (saturação por bases) a 70%.

Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, e a cultivar de alface Babá de Verão, tipo repolhuda lisa, como planta teste. Os tratamentos constaram de lodo de esgoto; esterco de galinha; NPK; NPK + lodo de esgoto e NPK + esterco de galinha, comparado com um controle onde o solo recebeu apenas calagem. A parcela experimental mediu 2 m² e a área útil foi de 0,84 m², com espaçamento de 0,2 x 0,2 m entre plantas, perfazendo um total de nove plantas em cada parcela útil.

Os adubos orgânicos foram aplicados na dose de 40 m³/ha nos canteiros aos 60 dias antes do transplantio. A adu-

Tabela 1. Produção de matéria fresca da parte aérea da alface, cultivar Babá de Verão, cultivada com diferentes formas de adubação, São Luís, UEMA, 1995.

Tratamentos	Produção t/ha	Peso médio g/planta
Controle	6,20 b	46,20 c
Lodo de cervejaria	19,50a	160,00 ab
Esterco de galinha	19,40a	152,70 ab
NPK	17,90ab	109,00 bc
Lodo + NPK	21,30a	185,20 ab
Esterco + NPK	21,0a	199,00 a
CV%	31,7	27,35

Letras diferentes na mesma coluna indicam diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

bação química foi feita aos 9 dias antes do transplantio, em dose de 500 kg/ha de P₂O₅ (superfosfato triplo), 150 kg/ha de K₂O (cloreto de potássio) e 20 kg/ha de N (uréia). A adubação de cobertura, constou de duas aplicações de uréia aos 10 e 20 dias após o transplantio na dosagem de 20 kg/ha de N em cada aplicação.

Aos 25 dias após plantio (DAP), as mudas foram transplantadas da sementeira para a área experimental. Realizou-se cobertura morta com grama batatais para manter a umidade e diminuir o surgimento de ervas daninhas em todas as parcelas. Os tratamentos culturais e as irrigações por aspersão foram feitos de acordo com a necessidade da cultura. Decorridos 28 dias do transplantio, as plantas foram cortadas rente ao solo e submetidas às avaliações de produção e peso médio da matéria fresca da parte aérea (g/planta). O material coletado foi posto para secar em estufa de circulação forçada de ar a 65–70°C até atingir peso constante. Após a secagem, o material vegetal foi triturado em moinho tipo Willey para passar em peneira de 40 mesh, obtendo-se um material homogêneo. Desses, foram retiradas amostras duplicadas de 0,2 g e submetidas às determinações de N (método Kjeldahl), P (método colorimétrico), K (fotometria de chama), Ca, Mg, Zn, Cu, Mn, Cd e Pb (espectrofotometria de absorção atômica) (Tedesco, 1985).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A caracterização química do lodo de esgoto mostrou que os teores de metais

pesados estão abaixo dos níveis críticos permitidos pela legislação de diferentes países como Estados Unidos, Alemanha e Espanha.

A adubação NPK, não afetou a produção quando comparada ao controle. As aplicações do lodo de cervejaria e do esterco de galinha proporcionaram produções semelhantes tanto na ausência quanto na presença da adubação química. O mesmo comportamento foi observado para o peso médio (Tabela 1).

O aumento da produção resultante da aplicação do lodo de cervejaria e da adubação química (NPK) foram, respectivamente, de 214% e 189% em relação ao controle com calcário. Os aumentos do peso médio das plantas com a utilização do tratamento com lodo de cervejaria e com o tratamento NPK foram, respectivamente, de 246% e 136% em relação ao controle. Isto pode ter ocorrido devido às perdas por lixiviação dos nutrientes fornecidos pelo fertilizante mineral (NPK) no solo arenoso ou mesmo pela maior disponibilidade de nutrientes, presentes no lodo e no esterco. Resultados similares foram obtidos por Castro & Ferraz Jr (1998). A baixa relação C/N do lodo, favoreceu a liberação de N para as plantas. Hernández *et al.* (1992) observaram maiores rendimentos no peso fresco da alface quando adicionaram o lodo de esgoto, superando significativamente o controle.

Os tratamentos lodo + NPK e lodo proporcionaram maiores acúmulos de P em relação à testemunha, não diferindo dos demais; e os tratamentos lodo + NPK e esterco + NPK apresentaram maiores acúmulos de N em relação ao

Tabela 2. Teores de macronutrientes nas folhas da alface, cultivar Babá de Verão, cultivada com diferentes formas de adubação, São Luís, UEMA, 1995.

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg
	g/kg				
Controle	24,1 b	3,2 b	41a	15,4ab	11,0 ab
Lodo de cervejaria	34,2 ab	5,3 a	43a	11,7bc	10,6 ab
Esterco de galinha	33,2 ab	4,8 ab	32a	19,5 a	13,5 ab
NPK	28,5 ab	4,1 ab	34a	15,8 ab	17,2 a
Lodo+NPK	42,2 a	5,6 a	31a	8,9c	8,6 b
Esterco+NPK	40,5 a	4,6 ab	50a	19,1 a	10,5 ab
CV %	22,0	15,57	21,0	14,6	26,5

Letras diferentes na mesma coluna indicam diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

Tabela 3. Teores de micronutrientes da alface, cultivar Babá de Verão, cultivada com diferentes formas de adubação, São Luís, UEMA, 1995.

Tratamentos	Mn g/kg	Zn g/kg	Cu g/kg	Cd g/kg
Controle	121,3a	54,8ab	6,9ab	0,6a
Lodo de cervejaria	104,2a	30,8bc	4,0bc	0,9a
Esterco de galinha	191,2a	73,9a	7,7a	0,6a
NPK	175,4a	71,0a	7,7a	0,4a
Lodo+NPK	97,6a	24,9c	3,1c	0,3a
Esterco+NPK	155,9a	38,4bc	6,1abc	0,8a
CV %	33,80	26,6	22,4	78,7

Letras diferentes na mesma coluna indicam diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

Tabela 4. Atributos químicos do solo em decorrência de diferentes tratamentos por ocasião da colheita, São Luís, UEMA, 1995.

Tratamento	P mg.dm ⁻³	M.O. g.kg ⁻¹	pH CaCl ²	K	Ca	Mg	H + Al	Al
Controle	19,70 b	3,10a	5,87ab	0,50a	25,0a	15,0b	32,0a	0,00 a
Lodo de cervejaria	50,10ab	3,20a	6,35 ab	0,60a	23,5a	16,2a	32,0a	0,0 0a
Esterco de galinha	31,70ab	3,10a	6,40a	0,20a	25,0a	18,7a	30,5a	0,0 0a
NPK	52,60a	2,90a	6,00ab	0,60a	23,7a	16,2a	30,5a	0,0 0a
Lodo+ NPK	25,90ab	2,90a	5,82b	0,70a	25,9a	16,7a	39,7a	0,0 0a
Esterco+NPK	34,90ab	3,20a	5,87ab	1,70a	30,7a	16,2a	29,0a	0,0 0a
CV %	38,34	18,90	4,70	80,9	14,58	23,16	41,98	

Letras diferentes na mesma coluna indicam diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

controle (Tabela 2). Esses resultados evidenciam a possibilidade de utilização do lodo de cervejaria como substituto da adubação nitrogenada e fosfatada, para a cultura da alface. Hernández *et al.* (1992) observaram que a cultura da alface acumulou maiores teores de N com a aplicação de lodo quando comparados com o controle, em função da maior quantidade desse elemento no resíduo.

Os teores de Ca nas folhas da alface nos tratamentos com lodo de cervejaria

foram inferiores aos tratamentos com esterco de galinha. Em relação ao Mg, o lodo de esgoto e o esterco, tanto na presença quanto na ausência de NPK, não diferiram do controle, donde inferir-se que o lodo e o esterco não forneceram Mg em quantidades adequadas, quanto aos teores de K nas folhas da alface, os tratamentos com lodo de cervejaria não diferiram dos demais, confirmando a baixa concentração desse nutriente nesses resíduos (Tabela 2).

A aplicação de lodo e esterco não elevou significativamente os teores de Cd nas folhas da alface em relação ao controle (Tabela 3), provavelmente devido aos baixos teores de Cd nos resíduos, como também à elevação do pH do solo para valores acima de 5,5, causando uma menor disponibilidade desse elemento.

Os teores de Mn não foram afetados. No entanto, os menores acúmulos de Zn e Cu foram observados nos trata-

mentos com lodo de cervejaria, embora presentes no lodo, esses micronutrientes não foram acumulados nas folhas (Tabela 3), o que pode ser explicado por duas hipóteses: esses nutrientes podem estar presos à própria matéria orgânica dos resíduos, não estando prontamente disponíveis para a absorção, ou ainda, o maior aporte de macronutrientes favorecido pelo lodo estimulou o crescimento vegetativo, diluindo as concentrações dos micronutrientes nas folhas.

Na Tabela 4 são apresentados os resultados da análise do solo coletado ao final do experimento. Pode se observar que a aplicação do lodo de cervejaria proporcionou aumento nos teores de fósforo e nos valores de pH, não havendo alterações nos demais parâmetros avaliados, sendo os efeitos semelhantes àqueles promovidos pela aplicação de esterco. Dos resultados obtidos depreende-se que o lodo de cervejaria tratado pode substituir o esterco de galinha, como adubo para o cultivo da alfaca em solos semelhantes ao aqui estudados.

LITERATURA CITADA

BASTIAN, R.K. *Sewage Sludge: Land utilization and the environment. Where do we stand on regulations?* IN: Clapp, C.E.; Larson, W.E.; Dowdy, R.H., eds. *Sewage sludge: Land utilization and environment*, St. Paul: Soil Science Society of America, Inc., 1994. p. 159-169.

BENCKISER, G.; SIMARMATA, T. Environmental impact of fertilizing soils by using sewage and animal wastes. *Fertilizer Research*, v. 37, p. 1-22, 1994.

BERTON, R.S.; CAMARGO, O.A.; VALADARES, J.M.A.S. Absorção de nutrientes pelo milho em resposta à adição de lodo de esgoto a cinco solos paulistas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 13, n. 2, p. 187-192, 1989.

CASTRO, S.R.P.; FERRAZ JR. A.S.L. Teores de nitrato nas folhas e produção da alfaca cultivada com diferentes fontes de nitrogênio. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 16, n. 1, p. 65-68, 1998.

CLAPP, C.E.; SATARCK, S.A.; CLAY, D.E.; CARSO, H.E. Sewage sludge organic matter and soil properties. IN: Chen Ye; Arni Meleich, Y. eds. *The role of organic matter in modern Agriculture*. Dorchecht, 1986. p. 209-248.

COSTA, F.; GARCIA, C.; HERNANDEZ, T. Resíduos orgânicos urbanos. Manejo y utilización. Ed. Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura, Murcia, 181 p., 1991.

DAROS, C.O.; AITA, C.; CERITA, C.A.; FRIES, M.R. Lodo de esgoto: Efeito imediato no milheto e residual na associação aveia e ervilhaca, *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 17, n. 2, p. 257-261, 1993.

DEFELIPO, B.V.; NOGUEIRA, A.V.; LOURES, E.G.; ALVAREZ V.H. Eficiência agrônômica do lodo de esgoto proveniente de uma indústria siderúrgica. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 15, n. 3, p. 389-393, 1991.

GLÓRIA, N.A. Uso agrônômico de resíduos. IN: SIMPÓSIO DA REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 20., 1992, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: SBCS – Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1992. p. 195-212.

HERNÁNDEZ, T.; GARCIA, C.; COSTA, F.; VALERO, J.A.; AYUSO, M. Utilización de residuos urbanos como fertilizantes orgânicos. *Suelo y Planta*, Murcia v. 2, p. 373-383, 1992.

IGUE, K.; PAVAN, M.A. Uso eficiente de adubos orgânicos. IN: SIMPÓSIO SOBRE FERTILIZANTES NA AGRICULTURA BRASILEIRA, Brasília, EMBRAPA, Andá Potafos, 1984. p. 383-418.

LUE-HING, C.; PIETZ, R.I.; GRANATO, T.C.; GSCHWIND, J.; ZENZ, D.R. Sewage Sludge: Land utilization and the environment. Overview of the past 25 years: operator's perspective. IN: Clapp, C.E.; Larson, W.E.; Dowdy, R.H., eds. *Sewage sludge: Land utilization and environment*. St. Paul: Soil Science Society of America, Inc., 1994. p. 7-14.

SOMMERS, L.E.; GIORDANO, P.M. Use of nitrogen from agricultural, industrial and municipal wastes. IN: HAUCK, R.D., ed. *Nitrogen in crop production*. Madison: American Society of Agronomy, 1984. p. 208-218.

SOMMERS, L.E. Chemical. Composition of sewage sludge and analysis of their potencial use as fertilizer. *J. Environ. Qual.* n. 6, p. 225-232, 1997.

TEDESCO, M.J. Extração simultânea de N, P, K, e Mg em tecido de planta por digestão H2O2 – H2SO4. UFRGS. *Apostila*, 23 p. 1982 (Informativo interno).

TOMMATTI, V.; GALLI, E. The fertilizing value of waste waters from the olivares procesing industry. IN: K. ubat, J. ed. *Humus, its structure and role in agriculture and environment* *Prociodings of the 10th symposium humus et planta*, 1992, p. 117-126.